



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“Plan de Mantenimiento - Metodología RCM optimizar el funcionamiento de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ATA IRH S.A.C. Chiclayo”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**  
Br. Anthony Fredy Sánchez Altamirano (ORCID: 0000-0002-3233-3729)

**ASESOR:**  
Dr. Anibal Jesús Salazar Mendoza (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Sistemas y planes de mantenimiento.

**Chiclayo – Perú  
2020**

## **Dedicatoria**

*Dedico este trabajo de investigación a mis padres quienes me forjaron la vida, educación, y consejos. A mis condiscípulos de estudio, a mis profesores y amigos, con quienes sin su apoyo nunca hubiera podido realizar este trabajo. A todos aquellos se los agradezco desde el fondo de mi ser. Para todo ellos dedico estas letras.*

**Anthony Fredy Sánchez Altamirano**

## **Agradecimiento**

*Agradezco a Dios por guiarme en todos los pasos que doy y por darme la fuerza para conseguir mi propósito, a mis padres por su apoyo económico y moral, a mis hermanos, amigos y todas las personas que confiaron en mí, también a la Universidad César Vallejo, a sus profesores y personal administrativo por apoyarme y guiarme en el ámbito profesional, logrando con ello que mis objetivos y deseos de desarrollo personal y profesional se hagan realidad.*

**Anthony Fredy Sánchez Altamirano**

## **Página del jurado**

## Declaratoria de autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **SANCHEZ ALTAMIRANO ANTHONY FREDY**,  
estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la  
Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° **47653534**, con el trabajo  
de investigación titulada,

**"PLAN DE MANTENIMIENTO - METODOLOGÍA RCM OPTIMIZAR EL  
FUNCIONAMIENTO DE LA LÍNEA MIXTA DEL CENTRO DE INSPECCIÓN  
TÉCNICA VEHICULAR ATA IRH S.A.C. CHICLAYO"**

**Declaro bajo juramento que:**

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo 23 de julio, 2020

  
**ANTHONY FREDY SANCHEZ ALTAMIRANO**  
**DNI 47653534**

## Índice

<b>Dedicatoria .....</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>iii</b>
<b>Página del jurado.....</b>	<b>iv</b>
<b>Declaratoria de autenticidad .....</b>	<b>v</b>
<b>Índice .....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>viii</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. Formulación del Problema.....	24
1.2. Justificación del Estudio .....	24
1.2.1. Técnica.....	24
1.2.2. Económica .....	24
1.2.3. Social .....	24
1.2.4. Ambiental .....	24
1.3. Hipótesis .....	24
1.4. Objetivos.....	25
1.4.1. Objetivo General.....	25
1.4.2. Objetivos Específicos .....	25
<b>II MÉTODO .....</b>	<b>25</b>
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	25
2.2. Operacionalización de variables .....	26
2.2.1. Variable Independiente.....	26
2.2.2. Variable Dependiente. ....	26

2.2.3. Operacionalización de las Variables.....	27
2.3. Población, muestra y muestreo .....	28
2.3.1. Población .....	28
2.3.2. Muestra .....	28
2.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	28
2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos .....	28
2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	29
2.4.3. Validez.....	29
2.4.4. Confiabilidad. ....	29
2.5. Métodos de Análisis de Datos .....	29
2.6. Aspectos Éticos.....	29
III. RESULTADOS .....	31
IV. DISCUSIÓN.....	51
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES .....	53
Referencias .....	54
Anexos.....	57
Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	71
Reporte de Turnitin.....	72
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	73
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	74

## **Índice de Tablas**

Tabla 1. Distribución del Estudio .....	26
Tabla 2. Operacionalización de las variables .....	27
Tabla 3. Técnicas es instrumentos de recolección.....	28
Tabla 4. Analizador de Datos N°1 .....	38
Tabla 5. Analizador de Datos N°2.....	38
Tabla 6. Límites máximos permisibles – Ciclo Diesel.....	39
Tabla 7. Flujo de caja .....	49



## **Índice de Figuras**

Figura 1. Fiabilidad de un equipo .....	21
Figura 2. Esquema de análisis del proceso RCM .....	22
Figura 3. Entrega de información y verificación de escritos .....	33
Figura 4. Medición de gases u opacidad.....	34
Figura 5. Medición de luces .....	35
Figura 6. Inspección visual del coche.....	35
Figura 7. Revisión de frenos.....	36
Figura 8. Alineación del coche .....	37
Figura 9. Etapas del Ciclo de Deming .....	44

## **RESUMEN**

El presente trabajo se concentró en realizar el Diseño de un plan de mantenimiento fundado en la metodología RCM para mejorar el funcionamiento de los dispositivos de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ATA IRH SAC.

Para ello se realizó una auditoría a la gestión del mantenimiento predictivo del área de estudio, posteriormente se diseñó y ejecutó el plan basado en la metodología RCM, asimismo se determinó y analizó los indicadores principales de gestión del plan.

Finalmente se evaluó el aspecto económico y financiero del plan para los equipos de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular demostrando y argumentando su viabilidad.

**Palabras Claves:** plan, línea mixta, inspección vehicular

## **ABSTRACT**

The present work concentrated on carrying out the Design of a maintenance plan based on the RCM methodology to improve the operation of the devices of the mixed line of the ATA IRH SAC vehicular technical inspection center.

For this purpose, an audit was carried out of the predictive maintenance management of the study area, subsequently the plan based on the RCM methodology was designed and executed, and the main management indicators of the plan were also determined and analyzed.

Finally, the economic and financial aspect of the plan for the teams of the mixed line of the vehicle technical inspection center was evaluated, demonstrating and arguing its feasibility.

**Key Words:** plan, mixed line, vehicle inspection

## **I. INTRODUCCIÓN**

Hace un par de décadas hubo un giro favorable para la compostura comparación de otros campos del direccionamiento. Este giro es gracias a la gran adquisición que se da de muebles e inmuebles (fabricas, maquinarias, edificios) y la necesidad por darles un mantenimiento adecuado con diseños y técnicas innovadores, además de tener una vocación para el estudio constante del mantenimiento, esto abarca la estructura y las obligaciones que esta requiere (Moubray, 2003).

En primera instancia con este acto se busca prevenir errores en maquinarias que dañan y no brindan protección a las personas y nuestra habidad, creando conocimiento sobre la compostura y la relación que tiene con la excelencia de la producción, esta tensión va aumentando por alcanzar una excelente productividad de las fábricas y regularizar los gastos. Es por ello que ahora es un reto alcanzar las técnicas y facultades en los grupos de las organizaciones (Moubray, 2003).

Nuevas formas de seguimiento bajo una base estratégica que resuma los novedosos desarrollos de un esquema razonable, con el propósito de ser examinados adecuadamente, permitiendo seleccionar los que cumplan a las parvedades de la entidad (Moubray, 2003).

Entre las importantes causas de ineficiencia en una entidad o instalación de industria, vienen hacer los deterioros que se generan en las herramientas o equipos, esta situación puede generar una disminución de disposición o gestión en los procesos el cual genera un aumento en los costes sobrantes y un detenimiento de entradas a ello se suma eventos como accidentes personales o materiales el cual genera una mayor incertidumbre en la entidad (Fernández, Inestas y Paez, 2018).

El recurso de un aparato mide constantemente su capacidad, de esta manera está en condiciones de un óptimo rendimiento. Esta tarea periódica que mide la capacidad de dicho aparato es capaz de trabajar en ese periodo en el que se encuentra en buenas condiciones al iniciar su actividad. Es distinto de la fiabilidad, es decir se necesita una constante de las condiciones operativas apropiadas del aparato, teniendo la condición de que el aparato pueda pasar por un mantenimiento si es que es desperfecto (Crespo, Moreu y Sánchez, 2004).

Una preocupación latente son las tareas especiales del recurso que se dispone entre las actividades como el correctivo y preventivo el cual se debe tener en cuenta. En ese sentido es importante una buena gestión de instalación teniendo siempre presente el aspecto económico y social donde se desempeña, teniendo en cuenta un alto nivel de competencia y exigencia de la calidad de los servicios y considerando siempre la contaminación ambiental (Herrera, 2016).

Para identificar el fallo de un equipo se debe tener en cuenta dos condiciones: cuán severo y qué probabilidad de aparición tiene el fallo de esa manera se podrá saber cuán severa es la gravedad y la frecuencia del fallo que se puede ocasionar sobre la instalación. (Ávila y Gutierrez, 2017).

La supervisión y el diagnóstico de los reportes que se van captando en la conexión con la implantación del nuevo sistema de mantenimiento son tareas importantes para su eficacia. Esta fase necesita de ciertos indicadores de control, ejecución de procesos de captación de datos importantes y básicos.

El RCM a menudo se describe como sentido común organizado, el método es lógico y sistemático. Una vez entendido, el método se vuelve intuitivo y sutil en su elegancia. Un estudio RCM bien ejecutado reúne la sabiduría colectiva de la Entidad, y hace uso de los exámenes cuantitativos de expertos en la materia técnica y artesanos por igual (Goodfellow, 2017).

Se redefinirá la unidad de gestión: el tradicional enfoque de gestión de mantenimiento ha sido tratar a la red de distribución de manera uniforme y sistemática RCM conducirá a un enfoque intuitivamente lógico que reconoce el riesgo que enfrentan los diferentes circuitos (procedimientos) y las tareas de los circuitos varían, al igual que la consecuencia del fracaso (Bertling, 2017).

Las exigencias de datos de confiabilidad se redefinirán: el modo de desperfecto y proceso de análisis de efectos antivalor en RCM, ayudará a identificar los tipos de datos útiles para diseñar operaciones y mantenimiento de la red de distribución. Es probable que los conjuntos de datos de confiabilidad existentes sean deficientes. ¿Una investigación de RCM, definirá

claramente los tipos de datos e información que serán útiles en la práctica de “vivir RCM? y eso se hará continuando y mejorando y refinando el programa de mantenimiento (Chandler, 2017). Dada la naturaleza de los datos típicamente disponibles, y la imprecisión, determinan al “Arte” de la evaluación de mantenimiento, y por lo tanto tiene poco sentido insistir en un análisis cuantitativo riguroso (Stiesdal, 2019).

El estudio de Sosténimiento Centrado en Confiabilidad a la compostura del sistema de distribución de servicios eléctricos representa una oportunidad de mantener y potencialmente mejorar la confiabilidad, y para optimizar la asignación de recursos de mantenimiento (Rausand y Hoyland, 2016).

Para Cáceres y Claude (2016) los equipos y herramientas de la planta de Jarcon no disponen de un adecuado plan de mantenimiento, También no registra los desperfectos que aparecen o sufren estos equipos ni mucho menos la frecuencia de ocurrencias datos muy importantes para un plan de actividad preventivo.

De acuerdo con Nuñez (2016) en su investigación tiene como propósito implementar el RCM en tractor tipo CATD8T para mejorar su capacidad de actividad, de acuerdo a los estudios hechos se encontró una disponibilidad del 83.5% (2013), por lo que se considera bajo de la exigencia que la entidad exige en ese sentido se ejecutó un plan de mantenimiento logrando una disposición de 94% (2014).

Hoy en día la planta de inspecciones técnicas vehiculares ITV“ATA IRH SAC” no cuenta con una diligencia preventiva y correctiva que permita mejorar la actividad y fiabilidad de sus dispositivos, siendo esto un problema que siempre perjudica a la planta ,con paradas inesperadas de la producción afectando el factor económico y la incomodidad de los clientes tener que esperar mucho tiempo hasta dar solución al problema, es por eso que como inspector de línea del Centro de inspecciones técnicas vehiculares, he tomado como tema de mi tesis la elaboración de una presteza provisorio fundado en la metodología RCM para optimizar el funcionamiento de los componentes de la línea mixta del CITV ATA.

Uno de los factores principales que afecta el funcionamiento y deterioro de los equipos es el polvo y los neumáticos de los coches que están llenos de barro ya que transitan por una ciudad que sus calles no están empistadas, la planta se encuentra ubicado en una zona donde

el polvo es abundante, los dispositivos están expuestos al medio ambiente, uno de los equipos que más se ve afectado por esto es el frenómetro, ya que este tiene que estar en contacto directo con los neumáticos del coche, es por ello que este equipo es el que más está propenso a sufrir deterioros.

Las razones de los problemas subyacentes dentro de la industria eólica eran algo confusas cuando comenzó la actividad con esta tesis. La disponibilidad técnica de las turbinas eólicas es alta, alrededor del 98%, pero esto se debe al servicio rápido y frecuente y no solo por la buena gestión de fiabilidad o mantenimiento (Ribrant, 2016). Al hacer un estudio en profundidad de los desperfectos, uno puede descubrir qué mecanismos fallan, con qué frecuencia ocurre este desperfecto y si es posible medir el desgaste del componente y de esta medición decidir cuándo ejecutar la compostura (Roob, y Harrison, 2017).

Roob (2016) menciona que la regulación de tono también permite un arranque más suave de la turbina de energía eólica cuando el viento aumenta dado que el cabeceo ofrece un mejor rendimiento, estos se ven favorecidos entre las turbinas más grandes. El empuje del rotor en la torre y la base es menor para las turbinas con regulación de inclinación y esto permite la reducción de material y peso.

La distribución de Weibull es una distribución de vida ampliamente utilizada en el análisis de confiabilidad, la distribución es muy dinámica y puede a través de una elección conveniente de indicadores modelar muchas formas de accionar de la tasa de desperfecto (Hahn, Durstewitz y Rohrig, 2016).

Para poder adquirir información útil sobre el rendimiento de un sistema o componente, se deben utilizar algunas mediciones de la confiabilidad y disponibilidad. Más adelante en el análisis de datos de las plantas de energía eólica, estas mediciones se utilizarán para comparar diferentes mecanismos y diferentes procedimientos (Quinlan, 2017).

La compostura ha adquirido importancia como una función de soporte antes de la disponibilidad de equipos de emergencia, productos de calidad, entregas a tiempo y confiabilidad de las plantas. Costo-efectividad y precisión son dos criterios básicos para un buen mantenimiento. Reducir el precio de mantenimiento puede aumentar el beneficio de la

entidad, mientras que una acción de mantenimiento precisa puede sostenerse en operación continua y equipo confiable (Niu, Yang y Pecht, 2016).

Aplicando técnicas de fusión en ingeniería y la práctica ha recibido cada vez más atenciones en los últimos años., especialmente, con el rápido progreso del sensor avanzado y las tecnologías de procesamiento de la señal, fusionando grandes informaciones mutuas (Moubray, 2017). La designación "más" representa la extensión de CBM con otras tecnologías, procesos y procedimientos abarcados que permiten mejores prácticas de mantenimiento y logística. (Moubray, 2017).

Para comparar CBM, CBM + y RCM, por un lado, CBM es una estrategia o tecnología de mantenimiento tradicional, mientras que CBM + expande la capacidad y confiabilidad de CBM; CBM + se centra en proporcionar la red de soporte requerida para ejecutar la condición de mantenimiento basado en la confiabilidad (Camignani, 2019).

RCM se enfoca solo en lo que las tareas deben ejecutarse y por qué. El tiempo cuando las tareas debe ejecutarse se deriva de análisis separados que deben considerar y utilizar combinaciones de entidad e industria, experiencia para establecer frecuencias de tareas iniciales (Yang y Jin Kim , 2016).

Llamba (2014) en su exploración “Diseño de una actividad preventivo y correctivo de una entidad” tienen por finalidad elaborar un plan de actividad para la central hidráulica Illuchi empleando para ello la matriz de criticidad. Los equipos débiles que necesitan mayor atención los generadores y transformadores de potencia en ese sentido gracias al actividad ejecutada se logró un mejor rendimiento de los equipos.

Pirela (2012) en su exploración “Plan preventivo orientado a tornos convencionales de una entidad” tuvieron el principal propósito de desarrollar una actividad preventiva para los tornos convencionales de una entidad mecánica. Indagación descriptiva, proyectiva y de campo. Gracias a la planeación de mantenimiento preventivo los equipos de taller de mecánica presentaron un mejor funcionamiento logrando en es ese sentido aumentar la productividad y eficacia de la maquinaria.



González (2015) en su exploración “Plan de mantenimiento en un sistema hidráulico de una empresa” desarrollaron un procedimiento de sustento teniendo como referencia la confiabilidad en los procedimientos hidráulicos de una planta generadora, mediante una metodología cuantitativa no experimental y con la formación de un equipo de actividad (mecánicos, electricistas e ingenieros) donde se estableció cinco oficios primarias veinte ocho desperfectos críticas y ocho tareas preventivas logrando de esa manera elevar la productividad de los equipos, y un actividad coordinado y sincronizado.

Barrios y Ortiz (2012) indican lo que la finalidad del mantenimiento en la gestión empresarial tiene el principal objetivo de incrementar la ejecución de la compostura teniendo como base la confiabilidad operacional en los aparatos para obtener mayor productividad en la Entidad. Mediante un diagnostico se considera el momento real de los aparatos, así como sus referencias, también se aplicó la técnica TPM (mantenimiento productivo total). Con un enfoque descriptivo no experimental se concluye cuán importante en la evaluación previa y el conocimiento de los aparatos con respecto a su historial para de esta manera genera un plan preventivo y correctivo eficaz asegurando la integridad y continuidad operacional.

Martínez, Rivas, y Matthews (2011) mencionan en su investigación que el análisis de criticidad es gestionar de forma integral, confiable y con una actividad preventiva en mantenimiento de aparatos estáticos de una central, para ello se utilizó un enfoque basado en la confiabilidad y el análisis crítico, teniendo como referencia cuatro fases, segmentación del sistema cálculo de frecuencia de deterioros, análisis de eventos peligrosos y cálculo de daños colaterales. Logran concluir que este modelo o plan preventivo un sistema único para los aparatos de la central permitiendo actualizar el análisis y reporte de informes de criticidad según la plataforma AIC. El presente modelo permite conocer la plataforma de AIC para un mejor mantenimiento preventivo y correctivo.

En resumen, la actividad de la compostura preventiva significa advertir los desperfectos que pueden ocurrir en el futuro en quipos o herramientas. El propósito es prevenir, planificar y ejecutar el mantenimiento de equipo antes de que falle, asegurando de esta manera la disponibilidad de los equipos o herramientas (Cervantes, 2018).

Las compañías o entidades que disponen de gran equipos y herramientas tienen en su mayoría problemas al no contemplar un plan de mantenimiento preventivo o un programa desarrollado que permita detectar o impedir desperfectos futuros, esto sin duda alguna afecta su productividad al no cumplir con la actividad asignada debido al desperfecto de un aparato (Sarmiento, Catarino, Velázquez, González, 2018).

Es muy importante tener el control de las maquinas con respecto a sus desperfectos, la frecuencia de sus deterioros y sobre todo llevar un registro de ello de esta manera se tiene un mapeo organizado de las maquinarias que más se malogra (Doniz, 2017).

Área de mantenimiento: Es la responsable de llevar el control monitoreo, supervisión de la compostura de los quipos debe de contar con un banco de datos, programaciones, revisiones a cada aparato teniendo en cuenta la actividad que realiza (García, 2017).

El efecto final que se obtuvo al ejecutar el programa dio como efecto que las maquinas marchan de manera efectiva durante mayor tiempo, logrando reducir un 30% que las maquinas inoperativas (Valdivieso, 2018).

Los estudios de criticidad es un diagnostico que ayuda a conocer la situación en que se encuentra los equipos en función o realizando tareas específicas. Ayudando de esta manera a tomar mejores decisiones. El análisis de criticidad determina una secuencia prioritaria de mantenimiento sobre una serie de instalaciones y quipos, de esta manera se contribuye a la productividad y mejor funcionamiento de los aparatos (Álvarez, 2017).

Los diferentes equipos analizados en el presente estudio, están conformados por los diferentes procedimientos y sub- procedimientos que se mencionan en los cuadros siguientes, en la cual se detalla claramente el nombre de cada una de ellos y los mecanismos importantes que actúan dentro en el sub-sistema. (Castaño, 2018).

Gracias a la distribución de Weibull se puede conocer la distribución de fallos de un aparato importante de confiabilidad que se desea controlar y mediante un registro de desperfectos se puede apreciar, que estos cambian constantemente de un periodo considerado del normal uso (Moubray, 2017).

Con los valores de  $\beta$  y  $\eta$ , que se determinó en el análisis anterior, se obtiene la confiabilidad  $R(t)$ , que simboliza la probabilidad cuando el componente se encuentre en buenas condiciones de funcionamiento en el instante (Parra, 2018).

Según García (2003) enseña o define el término de la siguiente manera: “Conjunto de actividades orientadas a preservar aparatos e instalaciones que realizan una tarea en un determinado periodo”. También León (2005) También define mantenimiento de la siguiente manera: “Capacidad para conseguir un determinado nivel de disponibilidad de equipos e instalaciones con un minúsculo precio y un mayúsculo de confiabilidad para el trabajador que los usa”.

García (2003, p. 15). Enseña lo siguiente:

La actividad del mantenimiento ha pasado por distintas fases. Desde la revolución industrial los operadores eran responsables de los aparatos. Cuando estos equipos se volvieron más complejos y las tareas de reparación aumentaban comenzó a dar origen a las primeras áreas de mantenimiento diferenciándose de los operadores de producción. Las tareas de esa época eran básicamente correctivas, no existían una actividad preventiva.

A partir de la I Guerra Mundial, aparecen nuevos términos como fiabilidad en las áreas de mantenimiento, donde la actividad ya no solo era reparar sino también prevenir y corregir en ese sentido se comenzó a trabajar a través de un equipo de especialistas, un programa que permita conocer e impedir las mermas por deterioros y precios asociados apareciendo así los planes de la compostura de prevención, comenzó a intervenir el computador (García, 2003).

A partir del 80 nacen ideas de que los equipos de actividad o especialistas en planes de mantenimiento preventivo ya no deben ser terceras personas sino los propios operadores de los equipos o maquinarias debido a que estos conocen mas de cerca a su funcionamiento, su frecuencias de desperfectos, entre otros, creandose asi el Mantenimiento\_Productivo\_Total (TPM) generandose de esta manera la responsabilidad del cuidado de los aparatos a los mismos operadores (García, 2003).

Navarro, Pastor y Mugaburu (1997, p.140) mencionan “Conforme aparecen los deterioros se va aplicando la compostura correctiva. En ese sentido es el trabajador encargado de avisar de los deterioros de los aparatos al personal de mantenimiento”. Los mismos autores enseñan que la compostura preventiva tiene por función identificar el estado actual de los equipos e instalaciones para luego ejecutar un programa preventivo y correctivo.

La compostura de uso implica que los usuarios de los equipos son los responsables es decir que el operador tiene responsabilidad en la conservación de los aparatos teniendo en cuenta las anomalías que detectan antes del fallo. Este método es ventajoso porque permite responder a su debido tiempo ciertas actuaciones que impedirán desperfectos mayores. (Navarro, Pastor y Mugaburu 1997). Los mismos autores indican que la compostura de uso consisten en revisar los aparatos o instalaciones en periodos programados antes de que aparezcan desperfectos.

### **Mantenimiento Predictivo**

Viene hacer el conocimiento constante del estado y operatividad de los aparatos o instalaciones, teniendo en cuenta la medición de ciertas variables, sus cambios que permitan establecer la aplicación de la compostura correctiva (Navarro, Pastor y Mugaburu 1997).

Según Hung (2008 p.36). “Enseña que la compostura predictiva es una tarea de asegurar que todo elemento físico de un aparato se desempeñe de forma correcta. Es decir, preservar el estado original del equipo para una óptima operación”.

Características de la compostura centrado en la fiabilidad:

- Fiabilidad de los aparatos
- Monitoreo de su función
- Calidad y capacidad funcional
- Estado operacional (como se usa)

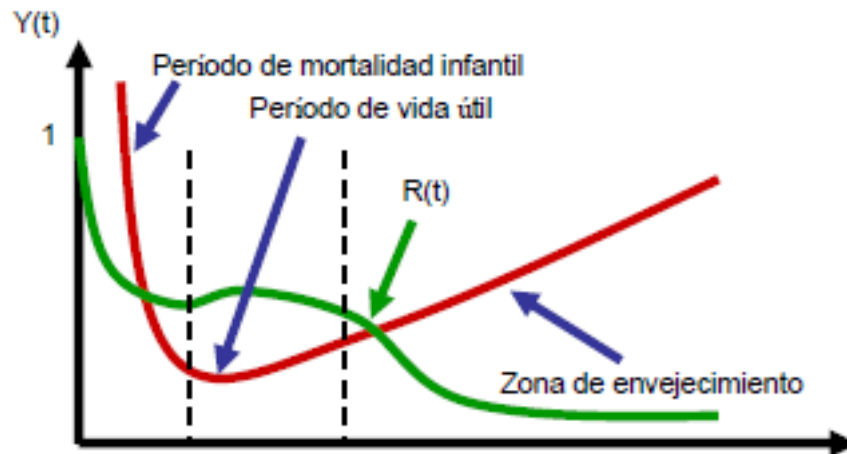


Figura 1. Fiabilidad de un equipo

A continuación, se formulan algunas interrogantes acerca del proceso de mantenimiento centrado en confiabilidad:

- ¿Qué tareas y estándares presenta el aparato?
- ¿En qué situaciones los aparatos no cumplen sus oficios?
- ¿Qué factores ocasionan los desperfectos?
- ¿Qué ocurre cuando se produce un desperfecto singular?
- ¿De qué manera afectan los desperfectos?
- ¿Que se está haciendo para prevenir los desperfectos?
- ¿Como responder si no existe un plan de acción adecuado?

“El mantenimiento destinado en la fiabilidad es conseguir su mayúsculo rendimiento de una maquina en su completa operatividad.” (Hung,2008).

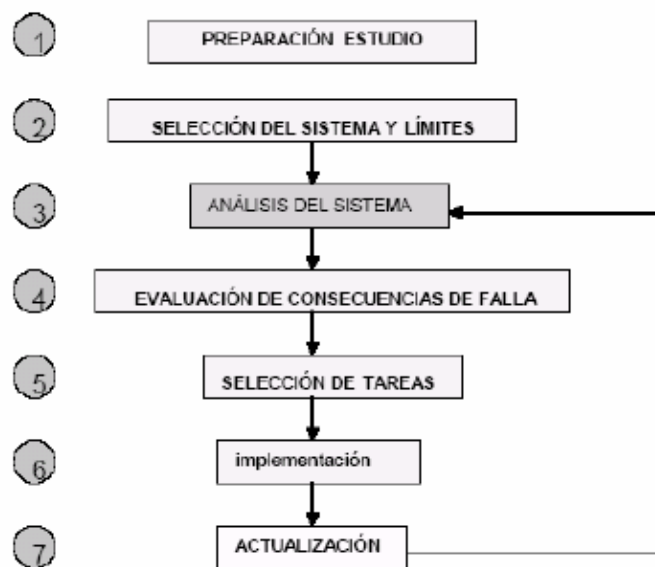


Figura 2. Esquema de análisis del proceso RCM

El RCM contempla dos tareas muy importantes, la confiabilidad de los desperfectos y las implicaciones del medio ambiente, es decir trata de minimizar ambos impactos para integrarlos en la toma de decisiones de mantenimiento (Moubray, 2004).

RCM proporciona reglas aplicables a cada situación que se presenta con respecto a los tipos de mantenimientos, asegurando el metodo mas apropiado asi como las tareas nesarias para componer y prevenir los aparatos o instalaciones, mejorando de esta manera la productividad de los equipos en la entidad (Moubray, 2004).

Los sistemas de prueba y error utilizados en los mantenimeintos ,es de demasiada contribucion para los equipos previa operatividad ,nos coopera a aminorar cotos y perdidas de produccion (Moubray, 20004).

RCM se asegura de que la inversión realizada en mantenimiento se utilice de manera prioritaria es decir atender los equipos que tiene mayor necesidad de compostura o de prevención. De esta manera RCM asegura un mantenimiento a los aparatos adecuado, acertado, asegurando de esta manera la capacidad de los equipos con respecto a su funcionamiento (Moubray, 2004).

Para Moubray (2004) la característica de RCM se diferencia porque lleva un control documentado de los mantenimientos que realiza, así como un registro completo de los

desperfectos detectadas de esta manera la efectividad de este método hace que las máquinas tengan una constante con respecto a la funcionalidad y productividad. Gracias a ese registro de documentación es posible ejecutar programaciones de mantenimiento preventivo y correctivo. Los técnicos involucrados en los mantenimientos ,tienen una noción precisa de la operatividad de los equipos por lo que se les hace mas facil corregir la falla.

RCM contiene un lenguaje claro y entendible para el personal de mantenimiento contribuyendo de esta manera al desempeño de ellos y el entendimiento de desperfectos de los equipos. Estas características descritas anteriormente hacen posible que la programación sea más eficiente y entendible para los técnicos que realizan la compostura (Moubray, 2004).

Se ha ejecutado el análisis del panorama actual de los procedimientos, sub procedimientos y mecanismos de la maquinaria para movimiento de tierra mediante el análisis del factor de estado con lo cual ha sido posible establecer sus oficios, desperfectos utilitarios y situaciones de desperfecto. (Palmer, 2017).

Al paso del tiempo la tecnología ha avanzado ya que los equipos de hoy vienen más modernos y más complejos, por la demanda de productos de buena calidad (Linares, 2018).

Con el transcurrir el tiempo los avances tecnológicos se vuelven más complejos, así como sus desperfectos lo que a medita una mayor actividad para los equipos de mantenimiento en ese sentido se necesita mayor disponibilidad y confiabilidad en las actividades de mantenimiento (Montoya y Parra, 2010).

Gracias a la toma de lecturas se puede establecer la historia y la vida del equipo. Esto contribuye al concepto de cero errores. Cero detenimientos, así como cero accidentes (Moubray, 2017). Ejecutar un proceso industrial con cero errores y sin accidentes, la suma de esto conlleva a sentirse más seguros a las personas y ganancias a la empresa (Roberts, 2019). El resumen RCM es superior al TPM por que contemplan más variables como por ejemplo la confiabilidad de los desperfectos y el medio ambiente (Tavares, 2005).

### **1.1. Formulación del Problema**

¿Es factible elaborar un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM para optimizar el funcionamiento de los equipos de la línea Mixta del Centro de Inspección Técnica Vehicular ATA IRH SAC?

### **1.2. Justificación del Estudio**

#### **1.2.1. Técnica**

La investigación es de gran importancia puesto que la ejecución de esta metodología (RCM), se optimizará la compostura además de poder alargar la existencia útil de los equipos en la entidad ATA IRH SAC, permitiendo solucionar los problemas de forma eficaz y eficiente.

#### **1.2.2. Económica**

Esta investigación es importante ya que con la aplicación de esta metodología (RCM) se optimizarán los precios de mantenimiento, además de incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, lo cual se traduce en mayor productividad beneficiándose la entidad.

#### **1.2.3. Social**

La presente investigación implica la aplicación de la metodología RCM para la compostura lo que conlleva a un ordenamiento del área y de las tareas a ejecutarse, así como también el uso de la herramienta adecuada y equipos de protección correspondientes, lo que trae un beneficio para los trabajadores de la entidad.

#### **1.2.4. Ambiental**

Esta investigación permitirá ejecutar las actividades de mantenimiento con altos estándares de calidad, lo cual conlleva a una disposición adecuada de los residuos productos de estas actividades, con un impacto ambiental positivo.

### **1.3. Hipótesis**

La elaboración del plan de mantenimiento basado en la metodología RCM optimizará el funcionamiento de los equipos de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ATA IRH SAC.



## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

- Diseñar un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM para optimizar el funcionamiento de los equipos de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ATA IRH SAC.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Realizar una auditoría a la gestión del mantenimiento predictivo de los equipos de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ATA IRH SAC.
- Diseñar e implementar el plan de mantenimiento predictivo basado en la metodología RCM para los equipos de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ATA IRH SAC.
- Determinar y analizar los principales indicadores de gestión del plan de mantenimiento predictivo basado en la metodología RCM.
- Evaluar económicamente y financieramente la implementación del plan de mantenimiento predictivo basado en la metodología RCM para los equipos de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ATA IRH SAC y demostrar de esta manera su viabilidad.

## **II MÉTODO**

### **2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

Exploración No Experimental, teniendo consideración que se va ejecutar las comprobaciones a las inconstantes, mediante la expectación de los anómalos tal como se muestran en el contexto, para su análisis en adelante.

Esta exploración inicia con la realización de una auditoría de mantenimiento a los equipos de la línea mixta, donde se calculará indicadores de disponibilidad y confiabilidad determinando la frecuencia y tiempo de parada de los equipos por mantenimiento, a ello se suma el análisis documental de las inconstantes en estudio.

### **Descriptiva**

La exploración es de tipo descriptivo, se estudia la anomalía encontrada, se presentan posibles soluciones que permitan aminorar la problemática encontrada, utilizando una exploración cuantitativa.

Tabla 1. Distribución del Estudio

<b>Estudio</b>	<b>T1</b>
M1	O1
M2	O2

Fuente: elaboración propia

Donde:

M1 y M2 son muestras

O1 y O2 son observaciones

### **Descriptiva y explicativa**

Este estudio es meritorio que inquiera singularizar peculiaridades transcendentales del propósito de estudio que se centra en permonizar la causal de los sucesos.

## **2.2. Operacionalización de variables**

### **2.2.1. Variable Independiente**

Plan de Mantenimiento basado en la metodología RCM

### **2.2.2. Variable Dependiente.**

Funcionamiento de los Equipos

### 2.2.3. Operacionalización de las Variables

Tabla 2. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFICNIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Plan de Mantenimiento basado en la metodología RCM	“Es un conjunto de procedimientos técnicos y actuaciones que garantizan que los equipos, instalaciones y la organización puedan desarrollar un trabajo previsto en un plan de producción en constante evolución de mejora continua” (Rey, 2001)	Es un conjunto de actividades que conllevan a mejorar la productividad, disponibilidad y confiabilidad de los equipos de la planta de revisiones técnica IRH SAC.	Confiabilidad	% Tiempo promedio entre fallas Tiempo promedio de reparación	Observación  Revisión Documentaria
			Disponibilidad	Tiempo Horas de máquina sin funcionar	
Variable Dependiente: Funcionamiento de los Equipos.	“Es la combinación de la eficiencia y efectividad, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con el uso de los recursos” (Rey, 2001)	Se analizará los parámetros de eficiencia y efectividad, cuantificando el tiempo de operación y parada de los equipos de la planta de revisiones técnicas	Eficiencia	%	Observación
			Eficacia	%	

Fuente: elaboración propia

## 2.3. Población, muestra y muestreo

### 2.3.1. Población

Los equipos de la línea mixta del Centro de inspección técnica vehicular ATA IRH SAC.

### 2.3.2. Muestra

Los equipos de la línea mixta del Centro inspección técnica vehicular ATA IRH SAC.

## 2.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Tabla 3. Técnicas es instrumentos de recolección

Técnicas	Uso	Instrumentos
<b>Observación</b>	Llevar una ficha de control de la cantidad y tiempo de parada por mantenimiento en la línea mixta del Centro de inspección técnica vehicular.	Ficha de Registro de operación de los equipos de la línea mixta
<b>Revisión Documentaria</b>	Búsqueda de información de normatividad de los equipos de las plantas de revisiones técnicas vehiculares.	Ficha de revisión documentaria

Fuente: elaboración propia

### 2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

#### 2.4.1.1. Observación

Mediante la habilidad se conseguirá llevar un registro de los tiempos de actividad de los dispositivos de la línea mixta de la planta de revisión técnica vehicular ATA IRH, llevando un control de las paradas por mantenimiento y los tiempos de reparación de estos desperfectos, con el objetivo de plantear tareas de mejora continua.

#### 2.4.1.2. Revisión documentaria

La presente habilidad contribuye la búsqueda de diversas normativas sobre revisiones técnicas vehiculares, equipamiento de las plantas de revisiones técnicas en el Perú y sobre las actividades que se ejecutaran al ejecutar la compostura basado en la confiabilidad (RCM).

## **2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos**

### **2.4.2.1. Ficha de registro de Operación**

El documento registral de operación de los equipos de la línea mixta de la asociación de inspección técnica vehicular, se usará para el registro las horas de actividad, horas de parada, número de desperfectos y tiempo de reparación en cada unidad vehicular.

La ficha consta de 2 tareas, una registra la información personal del cliente y los datos del equipo que se lleva el control, en la segunda parte se registra las medidas de operación de los equipos de la línea mixta del Centro de inspecciones técnica vehiculares, número de paradas programadas y no programadas, tiempo de parada, entre otros.

### **2.4.2.2. Ficha de revisión documentaría**

Las fichas revisorías, contribuyen con información registral de los distintos escritos que serán consultados referentes a los dispositivos de la línea de inspección de coches, normativa de revisiones técnicas vehiculares, especificaciones técnicas de los equipos y lo referente a la metodología RCM.

## **2.4.3. Validez**

En esta oportunidad se recurre a profesionales con experiencia en la exploración que se vienen realizando quienes validaran los instrumentos que permiten recoger datos.

## **2.4.4. Confiabilidad.**

Estará a cargo de indicadores estadísticos como el alfa de Cronback.

## **2.5. Métodos de Análisis de Datos**

Para recolectar datos y el análisis del mismo se procederá a ejecutar estudios, simulaciones y registro de pruebas en diferentes partes de automóviles con el propósito de asegurar una data que permita evaluar la situación problemática y proponer medidas de solución.

## **2.6. Aspectos Éticos**

**Medioambiente:** La presente exploración no genera material alguno que contamine el medio ambiente.

**Confidencialidad:** La información obtenida de la entidad para la presente exploración se reserva únicamente para la elaboración de esta indagación, se respeta y se mantendrá en reserva los datos confiados por la Entidad.

**Objetividad:** Los datos o la recolección de ella, será objetiva para poder establecer verdaderos mecanismos de solución que permitan aminorar la problemática.

**Originalidad:** Los datos que presenta esta tesis son originales, no existe alguna copia fiel de otra investigación similar, en ese sentido la exploración que se entrega es original.

**Veracidad:** Datos verídicos, exclusivos y reales que permiten hacer una tesis de nivel académico universitario y científico.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Ejecutar una auditoría a la gestión de la compostura predictivo de los equipos de la línea mixta del centro de inspección técnica Vehicular ATA IRH SAC.**

El centro de inspección técnica de coches (CITV) son encargadas de fiar la operatividad y mantenimientos de los vehículos automotores, según lo establecido en las normas técnicas vehiculares del MTC, y así proteger la fiabilidad del transporte y la circulación terrestre y las situaciones ambientales saludables.

Etapal: Constatación y registro de documentos, se solicita al dueño del vehículo los siguientes documentos, SOAT (seguro obligatorio contra accidentes), la tarjeta de propiedad y otros documentos dependiendo del servicio que realice el vehículo, de encontrarse acorde los documentos se procederá a principiar la inspección.

Etapal 2: Inspección visual, es aquí donde se constata las circunstancias en que se encuentra la carrocería, espejos, plumillas, cintas retroreflectivas, unidades antiempotramientos y otros componentes según la categoría vehicular y las normas establecidas en el compendio de inspecciones vehiculares técnicas y la tabla de interpretación de defecto del MTC, se verifica la integridad estructural del bastidor que no presente desgastes por fatiga o corrosión, corroborar que las vigas estén buenas, se verifica el sistema de frenos cañerías, las rotulas, terminales, la unión de los componentes en el chasis, estado de los amortiguadores y profundidad del dibujo de rodadura de los neumáticos.

Sistema de luces: Se realiza la medición y el alineamiento de luces para esto se utiliza un (luxómetro y regloscopio), también se mide la reflectividad de las láminas y las placas de rodaje, haciendo uso del reflectómetro.

Verificar la alineación: se mide la convergencia y divergencia del vehículo, a través del alineador al paso registró automático de desviación por eje.

Sistema de suspensión: se realiza la en el banco de suspensión se nota la deficiencia y ruidos por cada eje resultado por cada rueda.

Evaluar frenos (frenometro): Esta prueba se realiza por cada eje del vehículo obteniendo la diferencia de fuerzas de frenado de cada rueda por eje ya sea del eje delantero y el eje posterior.

Prueba de emisiones contaminantes:

Emisiones sonoras. Se mide el ruido del motor y la bocina utilizando un sonómetro.

Emisiones de gases: Analizador de gases este equipo nos permite medir hasta cinco tipos de gases que emanan los vehículos de gasolina, y los biocombustibles glp/gnv, (CO, CO<sub>2</sub>, OX, HC).

El opacímetro se usa para medir las emisiones de los vehículos diésel se mide el (NO<sub>x</sub>)

Tipos de observaciones: Se consideran 3 tipos de observación (Según su gravedad: Leve, Grave, o muy grave)

Observaciones leves: Son las observaciones que realiza el inspector a criterio, y que no desaprueban la inspección ya que no son considerados con faltas que compliquen el correcto funcionamiento del vehículo. Los exámenes graves implican la desaprobación de la inspección técnica, generándose una re-inspección de las insuficiencias encontradas el plazo es de (30 días calendarios como mayúsculo). Subsano los exámenes graves se procede a expedir el certificado de intervención técnica vehicular.

Faltas muy graves. Estas producen la desautorización de la inspección técnica trasladando el Coche a un taller de mecánica seleccionado por el propietario su plazo para subsanar es de (60 días calendario).

Tipos de inspección técnica vehicular

Existen 2 tipos: CITV fijo y el CITV móvil, ambos con permiso de la dirección general de transportes.

El CITV fijo utiliza una infraestructura, equipo fijo físicamente en otras palabras es un CENTRO de inspección técnica vehicular donde acuden los propietarios con sus coches.

El CITV móvil es un servicio de remolque vehicular que puede trasladarse de un lugar a otro.

Tipos de línea de inspección técnica vehicular. Es la secuencia de instrumentos, herramientas, equipos puestos a revisión visual que se emplean durante una inspección técnica vehicular:

- Tipo Menor (motos y moto taxis)
- Tipo liviano (automóviles de peso bruto de hasta 3.5 toneladas)
- Tipo pesada (vehículos con peso vehicular bruto mayor de 3.5 toneladas)
- Tipos mixta (para vehículos livianos y pesados)



Descripción de los procesos claves:

Los procesos clave de la entidad se dividen en tres etapas muy diferenciadas: Entrega de información, verificación y entrada de información al sistema Inspección técnica Emisión y entrega de resultados de inspección (Certificados),

Primera etapa: Traspaso de datos, cancela el servicio, Se comprueban los documentos y se registran la información, el propietario solicita los datos pertinentes y luego realiza su cancelación. Se identifica al Coche comprobando los datos pertinentes como tarjeta de propiedad, matricula, soat, entre otros.



Figura 3. Entrega de información y verificación de escritos

Tecnología utilizada: Computadoras wifi de última generación (sistema informático y de comunicaciones) Segunda etapa: Intervención técnica vehicular En esta etapa del proceso se realizan una serie de sub procesos, en el cual se utilizan equipos de última generación para ejecutar mediciones o tomar lecturas de indicadores claves para el funcionamiento del coche, estos indicadores si están dentro de las medidas que establece el Ministerio de Transporte y Comunicaciones van a dar como resultado un certificado de inspección técnica vehicular, caso contrario se entregara un hoja con los resultados obtenidos para que el dueño del Coche pueda hacer las correcciones del caso y volver a pasar su inspección.

### Medición de Gases u Opacidad

Se debe tener en cuenta si el Coche es a gas o gasolina para proceder a medir el monóxido y dióxido de carbono (CO y CO<sub>2</sub>), entre otros. En ese sentido se debe tener en cuenta los límites permisibles según la norma del ministerio de transporte y comunicaciones. En estas mediciones se deben utilizar el opacímetro.

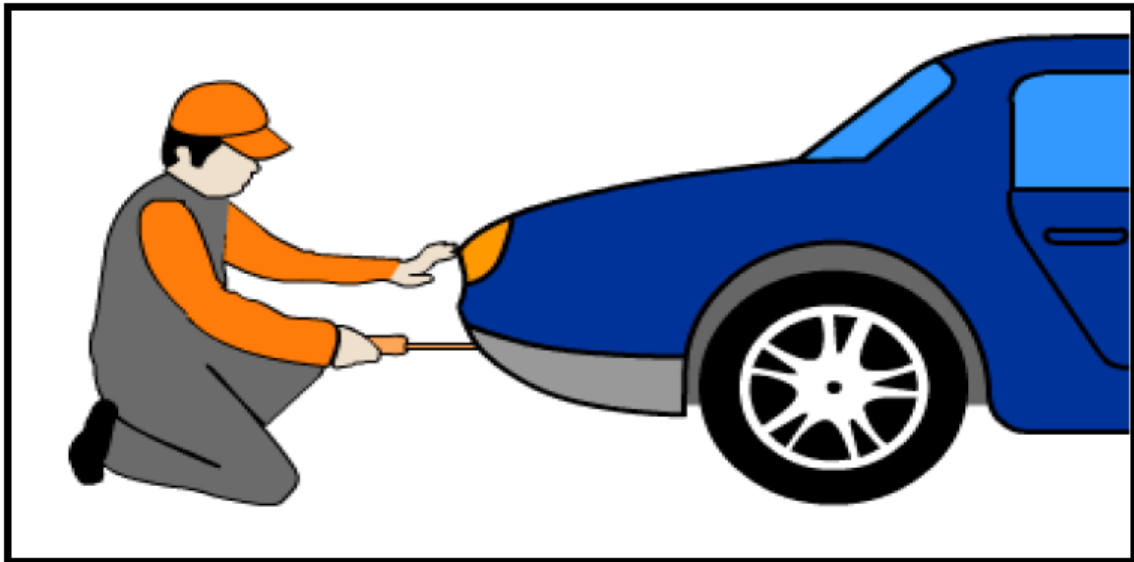


Figura 4. Medición de gases u opacidad

Tecnología utilizada: Analizador de gases y Opacímetro Diésel.

### Medición de Luces y nivel de ruido.

Se calculará la fuerza resplandeciente y el recorrido de luz de los faros altas y bajas de los faros delanteras del chofer y del pasajero. También, se verifica los faros exteriores de freno, retroceso y de emergencia. También se mide el nivel de ruido generado por el coche.

Tecnología utilizada luxómetro y sonómetro.

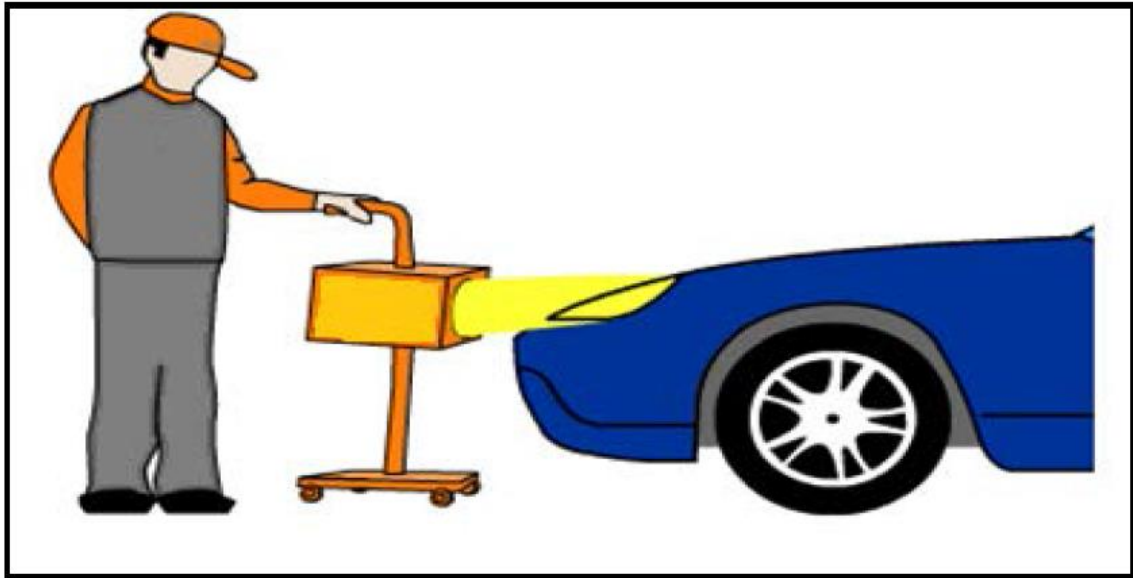


Figura 5. Medición de luces

#### Inspección Visual Aspectos Mecánicos:

Se inspecciona los procedimientos de suspensión, frenos, dirección, aspectos exteriores y físicos con el propósito de asegurarse de que estén en buen estado.

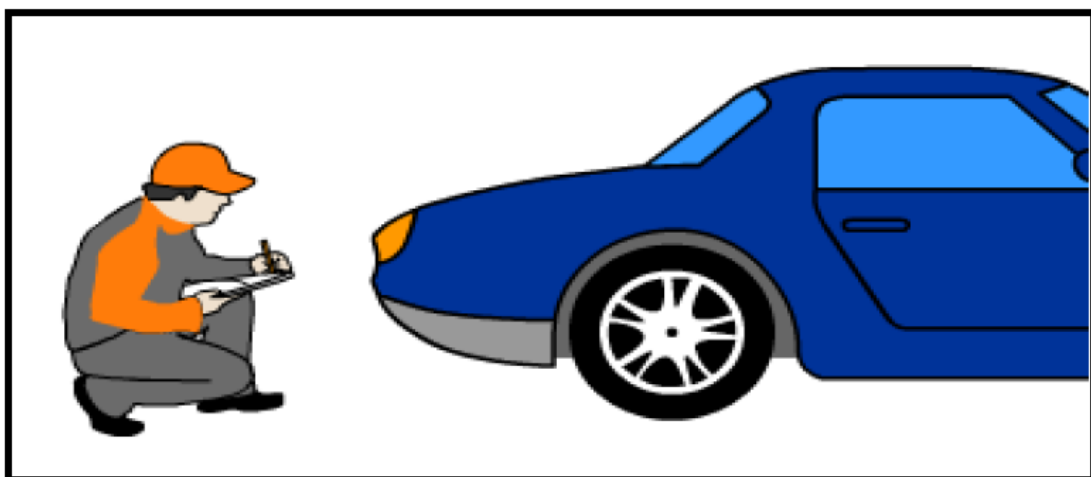


Figura 6. Inspección visual del coche

Medición de Frenos Mediante el frenómetro, comprueba el peso del coche y del adecuado movimiento del freno de parqueo y de servicio, inspeccionando la eficiencia y la discrepancia del frenado entre ruedas de un mismo eje y entre ejes del coche.

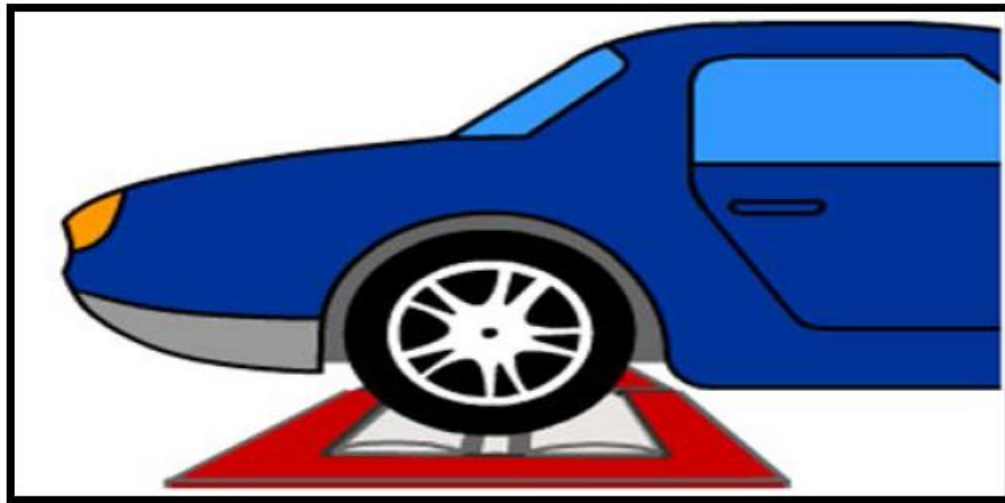


Figura 7. Revisión de frenos

Tecnología utilizada: Frenómetro.

Alineación. Se calcula la desorientación de las ruedas del Coche para certificar la adecuada alineación de estas para así ejecutar un mando eficaz.

Fosa o Zanja Permite el reconocimiento con descripción de los ejes, bastidor, mecanismos de transmisión, procedimientos de frenos, suspensión y dirección.

Tecnología utilizada: Elevador o zanja para inspección Detección de holguras Permite la ubicación de espacios en los elementos como; llantas, sistema de escape, amortiguadores, caja de transmisión, dirección y tren delantero.

Prueba de Suspensión Se calcula la desorientación de las llantas del Coche para asegurar la adecuada alineación de estas para manejar con confiabilidad.

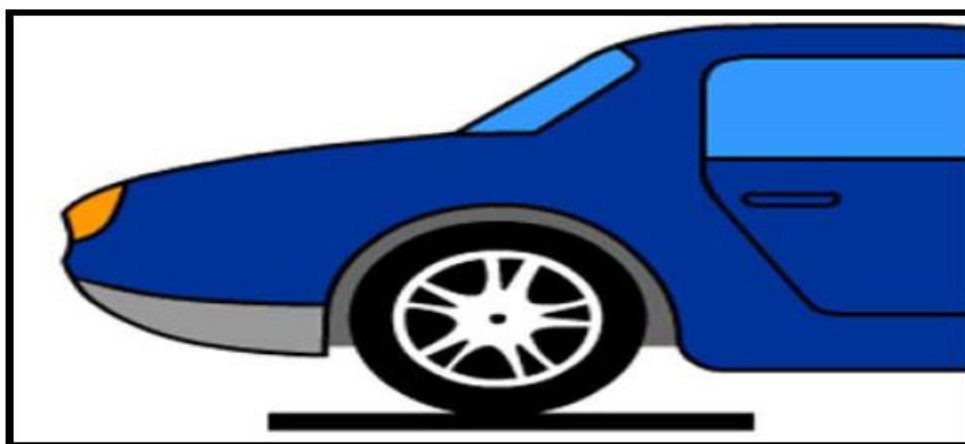


Figura 8. Alineación del coche

### **3.2. Diseñar e implementar el plan de mantenimiento predictivo basado en la metodología RCM para los equipos de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ATA IRH SAC.**

En base a la relación de equipos de la Planta de inspecciones técnicas vehiculares ATA IRH SAC, procederemos a analizar sus actuales tasas de desperfectos, expresadas tanto en horas absolutas de desperfectos, como en porcentajes de tiempo y de esta manera poder obtener los índices de confiabilidad antes de la ejecución de un nuevo plan de mantenimiento productivo.

Luego de implementado el plan de mantenimiento, a un precio determinado, tanto inicial como operacional, se procederá al nuevo cálculo de los indicadores y de esta manera establecer las mejoras en disponibilidad obtenidas y de esta manera comprobar la viabilidad técnica – económica de este procedimiento de Mantenimiento.

La relación de los importantes equipos acerca de los cuales se aplicará el plan de mantenimiento predictivo – Metodología RCM, será:

#### **Analizador de Gases:**

Es un equipo, competente para ejecutar tareas y desempeñar con ciertas exigencias de OIML Clase 1 y O, bar 90, bar 97, UNE 82501, ISO 3930 U.S. EPA ASM. La aplicación admite 2 tipos de medir: Primero. Medida numérica: muestra la junta de los gases y las r.p.m. en cifras. Segundo. Medida gráfica. Organizado en la técnica de infrarrojos calcula hasta cinco gases; CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, HC.

Tabla 4. Analizador de Datos N°1

ANALIZADOR DE GASES	
DATOS TÉCNICOS	
<b>GASES</b>	CO, HC, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
<b>Cálculo del valor lambda y CO corregido</b>	
<b>Medición de régimen motor y de la temperatura de aceite</b>	
<b>Cumple norma OIML R99 Clase 0, UNE 82501</b>	
<b>Tiempo de Precalentamiento</b>	<5 min A 20°C
<b>Tiempo de respuesta</b>	<7 segundos (HC, CO, CO <sub>2</sub> )
<b>Puesta a 0 automática</b>	Cada 30 min
Corrección automática de la presión del aire	750 mB a 1 100 mB
Extracción de la Condensación	
Control de fuga fácil y rápido	
Modo control técnico	
Modo análisis multigases	
Rango Medida y Resolución	
Rango Medida y Resolución	

Tabla 5. Analizador de Datos N°2

ANALIZADOR DE GASES	
DATOS TÉCNICOS	
<b>GASES</b>	CO, HC, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
<b>Temperatura de almacenamiento</b>	Menos de 50°C a 70°C
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	Menos de 5°C a 45°C
<b>Presión de operación</b>	750 – 1 100 mbar (1 000 mbar nominal)
<b>Autoeliminación de agua y partículas</b>	< 5l <sub>1/4</sub>
<b>Alimentación</b>	220 V a 50 Hz
<b>Medidor de temperatura y r.p.m.</b>	r.p.m.: 0- 9999 r.p.m.: 1 r.p.m.

De acuerdo al siguiente principio de funcionamiento: Para comprender como el equipo ejecuta el ensayo de medición, se revelará la iniciación de maniobra del dispositivo, que reside cuando el equipo establecerá las proporciones en volumen de CO/CO<sub>2</sub>/HC/O<sub>2</sub> según la primicia de la absorción selectiva de cada gas en la banda de irradiación infrarroja. El gas tras ser examinado es desarraigado al tubo de escape mediante la sonda, seguido a ello, el filtro adjunto es retirado y el gas de escape ingresa en la cámara de medición.

Un fajo de luz infrarroja es encaminado a compendios de medida desatenuando los gases existentes en el aparato de medición. Acatando cada tipología de gas al atenuar el haz luminoso se origina a distancias de señal diferente (espectro de absorción).

Elementos de gas con el mismo número de átomos (como H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>) no provocan absorción en la franja invisible del espectro. Moléculas con diferentes números de átomos, por el contrario exhiben desiguales bandas de absorción en la zona infrarroja. La absorción se intensifica en la medida que amplía la concentración de los gases. Estas conmutaciones se descubren mediante sensores electrónicos, donde están acoplados tamices ópticos que exclusivamente dejan pasar rayos de infrarrojos de la amplitud de onda deseada.

Sin embargo, la intrepidez del porcentaje en volumen de oxígeno se efectúa con un sensor químico, donde expone una señal eléctrica que es correspondiente a la proporción en volumen de oxígeno.

Para efectuar las experimentos de análisis de gases convendrá comprobar que el motor del auto se halle a temperatura estándar de funcionamiento, sin las luces encendidas y ningún componente encendido como el A/C.

### Medición de opacidad (vehículos con motor diésel)

Se puede calcular en rangos de porcentaje (%), o en **K-1**, los parámetros varían según el año de vehículo:

Tabla 6. Límites máximos permisibles – Ciclo Diesel

<b>TABLA DE UMBRALES DE CALIFICACIÓN</b>	
<b>AÑO</b>	<b>% de opacidad</b>
<b>≤ 1999</b>	<b>≤ 60</b>
<b>2000 en adelante</b>	<b>&lt; 50</b>

El opacímetro es un moderno equipo, listo y preparado para efectuar las obligaciones de las normas UNE 82503 DIN 57411, SAE J1677 USA/Canadá (opacímetro) y OIML R99 Clase 1 y 0, ISO 3930, UNE 82501, bar 90, bar 97, U.S. EPA ASM (analizador de gases para vehículos con motores DIESEL).

De acuerdo al siguiente principio de funcionamiento: Para concebir cómo se ejecuta esta experiencia se muestra la iniciación de maniobra del dispositivo, se asienta en el hecho de que las flatulencias de humo, según su intensidad, desisten pasar menos luz que el aire. Este hecho se vale por el opacímetro a través de permeabilidad fotométrica. El gas de humo se

acopia en una cámara de medición alargada. Para ambos extremos de la cámara de medición se halla un receptor y emisor.

El emisor consigna de un diodo emisor de luz que expresa una luz con longitud de onda de 567nm. En el extremo disímil un fotodiodo acoge la luz incidente.

Para realizar estos intentos a los autos a diésel, se corresponderá perpetrar en aceleración libre, antes de medir se debe dar prontitudes fuertes para higienizar el sistema de escape de los autos y proceder según la representación de medición del equipo que puede ser por software o programación del equipo, asimismo el motor debe estar a temperatura normal de funcionamiento.

### Analizador de Gases

#### Año 2016 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	12	5	11	9	7	0	6	4	5	6	5	8
Impresora	8	9	15	11	12	2	6	3	3	7	4	5
Bomba	11	11	3	7	6	4	3	5	8	9	6	7
Acoples	13	6	10	9	5	7	12	13	12	10	7	8

Esto nos determina para el analizador de gases los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 74 / 720) * 100 = 89.72 \%$

Para la Impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 85 / 720) * 100 = 88.19 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 80 / 720) * 100 = 88.89 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 112 / 720) * 100 = 84.44 \%$

#### Año 2017 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	4	7	1	6	5	10	7	5	6	5	6	7
Impresora	8	9	15	11	12	2	5	6	4	5	3	6
Bomba	11	11	3	7	6	4	3	5	8	9	6	7
Acoples	13	6	10	9	5	7	12	13	12	10	7	8

Esto nos determina para el analizador de gases los siguientes índices de confiabilidad:



Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 69 / 720) * 100 = 90.42 \%$

Para la impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 86 / 720) * 100 = 88.06 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 80 / 720) * 100 = 88.89 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 112 / 720) * 100 = 84.44 \%$

Año 2018 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	8	9	15	11	12	2	5	6	4	5	3	6
Impresora	8	9	15	11	12	2	6	3	3	7	4	5
Bomba	11	11	3	7	6	4	3	5	8	9	6	7
Acoples	13	6	10	9	5	7	12	13	12	10	7	8

Esto nos determina para el analizador de gases los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 86 / 720) * 100 = 88.06 \%$

Para la impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 85 / 720) * 100 = 88.19 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 80 / 720) * 100 = 88.89 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 112 / 720) * 100 = 84.44 \%$

Opacómetro:

Año 2016 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	8	9	15	11	12	2	5	6	4	5	3	6
Impresora	8	9	15	11	12	2	6	3	3	7	4	5
Bomba	11	11	3	7	6	4	3	5	8	9	6	7
Acoples	13	6	10	9	5	7	12	13	12	10	7	8

Esto nos determina para el opacómetro los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 86 / 720) * 100 = 88.06 \%$

Para la impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 85 / 720) * 100 = 88.19 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 80 / 720) * 100 = 88.89 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 112 / 720) * 100 = 84.44 \%$

#### Año 2017 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	4	7	1	6	5	10	7	5	6	5	6	7
Impresora	8	9	15	11	12	2	5	6	4	5	3	6
Bomba	11	11	3	7	6	4	3	5	8	9	6	7
Acoples	13	6	10	9	5	7	12	13	12	10	7	8

Esto nos determina para el opacómetro los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 86 / 720) * 100 = 88.06 \%$

Para la impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 85 / 720) * 100 = 88.19 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 80 / 720) * 100 = 88.89 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 112 / 720) * 100 = 84.44 \%$

#### Año 2018 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	4	7	1	6	5	10	7	5	6	5	6	7
Impresora	8	9	15	11	12	2	5	6	4	5	3	6
Bomba	11	11	3	7	6	4	3	5	8	9	6	7
Acoples	13	6	10	9	5	7	12	13	12	10	7	8

Esto nos determina para el opacómetro los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 86 / 720) * 100 = 88.06 \%$

Para la impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 85 / 720) * 100 = 88.19 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 80 / 720) * 100 = 88.89 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 112 / 720) * 100 = 84.44 \%$

### **3.3. Establecer y analizar los importantes indicadores de gestión del plan de mantenimiento predictivo basado en la metodología RCM.**

El RCM permite comparar una ordenación en correlación a su competitividad digna al impacto en la contracción de los precios, aumento de las épocas de respuesta, confiabilidad de provisiones, el discernimiento que tienen los individuos y la eficacia de los bienes y productos finales.

a. Ventajas con relación a la entidad

- Aumento de calidad del contexto de actividad.
- Excelente revisión de actividades.
- Aumento de la integridad del colaborador.
- Firmamento de un conocimiento de compromiso, orden y obediencia por las normativas.
- Enseñanza constante.
- Firmamento del contexto en el cual la contribución, apoyo y creatividad es una realidad.
- Procedimientos de información efectivos.

b. Ventajas con afinidad a la confiabilidad

- Aumento de circunstancias ambientales.
- Cultura de prevención de acontecimientos contrarios a la salud.
- Aumento de competencia en la caracterización de dificultades viables y busca de gestiones correctivas.
- Alcance del porqué de ciertas pautas, en lugar de como hacerlo. • Prevención y expulsión de causas potenciales de incidencias.
- Excluye absolutamente los puentes de polución y contaminación.

c. Beneficios en relación a la productividad.

- Excluye mermas que perturban la creación de las industrias.
- Progreso de la disponibilidad de los equipos y fiabilidad.

- Disminución de los valores de mantenimiento.
- Perfeccionamiento del producto final en la calidad.
- Mínusculo coste económico por recambios.
- Perfeccionamiento en la tecnología de la entidad.
- Ampliación de la capacidad de respuesta a las tendencias del mercado.

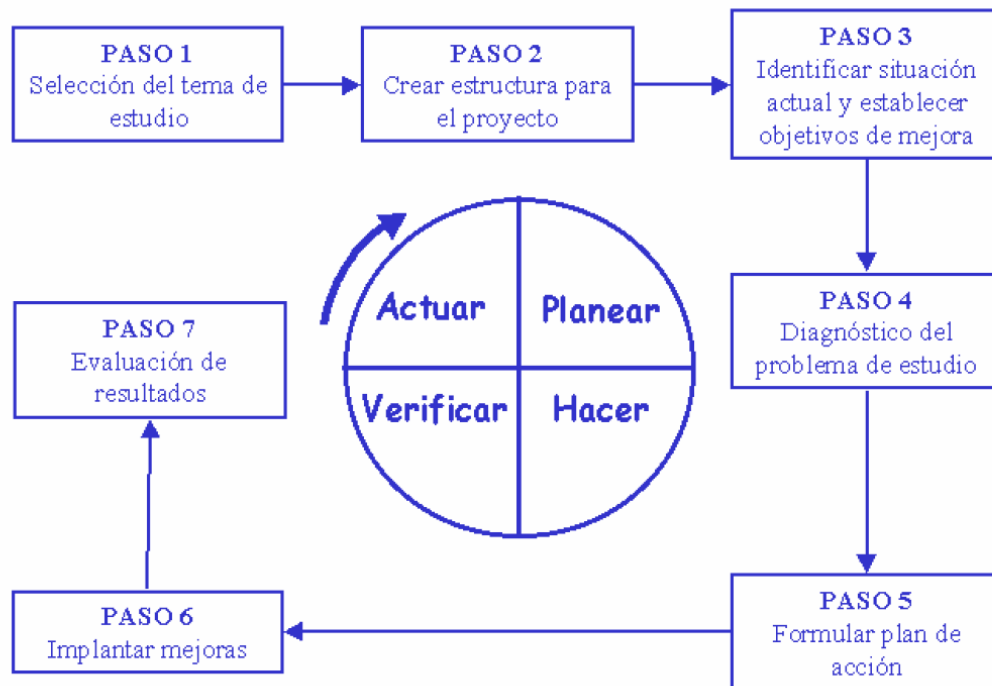
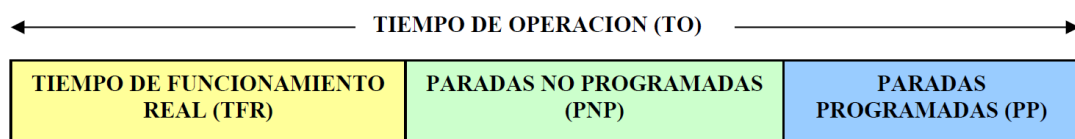


Figura 9. Etapas del Ciclo de Deming

**DISPONIBILIDAD** mide los detenimientos ocasionados por las estacionadas no programadas. Es la proporción del tiempo donde el equipo está trabajando realmente.



$$Disponibilidad = \frac{(TO - PP) - PNP}{(TO - PP)} \times 100$$

**ÍNDICE DE RENDIMIENTO** mide los detenimientos por utilidad producidas por el deficientemente funcionamiento del dispositivo, y a velocidades menores a las de diseño ajustadas por el ejecutor del equipo.

$$\text{Índice de Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo ideal de ciclo} \times \text{cantidad procesada}}{\text{Tiempo de funcionamiento real TFR}} \times 100$$

**TASA DE CALIDAD** Los detenimientos por calidad incorporan el período empleado para provocar productos que son imperfectos. Este tiempo se desperdicia ya que el producto se debe reprocesar. Si todos los productos son perfectos no se producen estos detenimientos de tiempo de marcha del aparato.

$$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Rechazadas}}{\text{Piezas producidas}}$$

El nuevo Plan de Mantenimiento se verá obligado a la adquisición de las siguientes máquinas y equipos

EQUIPOS A SER ADQUIRIDOS PARA IMPLEMENTAR NUEVO PLAN DE MANTENIMIENTO					
ITEM	DESCRIPCION	CANTD	P. UNIT	P. PARCIAL	P. TOTAL
1	Calibrador de analizador	1	3,250	3,250	
2	Calibrador de opacímetro	1	2,500	2,500	
3	Herramientas Diversas	1	3,700	3,700	
					9,450

Luego de la aplicación del plan de mantenimiento, tendremos la siguiente tabla de confiabilidad de los equipos:

Analizador de Gases

Año 2016 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	4	2	3	3	3	0	2	1	2	2	2	2
Impresora	2	3	5	4	4	0	2	1	1	2	1	2
Bomba	3	3	1	2	2	1	1	1	2	3	2	2
Acoples	4	2	3	3	2	2	4	3	3	3	3	3

Esto nos determina para el analizador de gases los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 26 / 720) * 100 = 96.39 \%$

Para la Impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 26 / 720) * 100 = 96.39 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 23 / 720) * 100 = 96.81 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 35 / 720) * 100 = 95.14 \%$

#### Año 2017 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	1	2	1	2	1	3	2	2	2	1	2	2
Impresora	2	3	4	3	4	0	1	2	1	1	1	2
Bomba	3	3	1	2	2	1	1	2	1	3	2	2
Acoples	4	3	3	3	2	2	4	3	4	3	2	3

Esto nos determina para el analizador de gases los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 21 / 720) * 100 = 97.08 \%$

Para la impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 24 / 720) * 100 = 96.67 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 23 / 720) * 100 = 96.81 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 36 / 720) * 100 = 95.00 \%$

#### Año 2018 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	3	3	5	4	4	0	2	2	1	2	1	2
Impresora	3	3	5	4	4	0	2	1	1	2	1	1
Bomba	3	3	1	2	2	1	1	1	3	3	2	2
Acoples	3	2	3	3	1	2	4	4	4	3	2	2

Esto nos determina para el analizador de gases los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 29 / 720) * 100 = 95.97 \%$

Para la impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 27 / 720) * 100 = 96.25 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 24 / 720) * 100 = 96.67 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 31 / 720) * 100 = 95.69 \%$

Opacímetro:

Año 2016 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	4	2	3	3	3	0	2	1	2	2	2	2
Impresora	2	3	5	4	4	0	2	1	1	2	1	2
Bomba	3	3	1	2	2	1	1	1	2	3	2	2
Acoples	4	2	3	3	2	2	4	3	3	3	3	3

Esto nos determina para el analizador de gases los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 26 / 720) * 100 = 96.39 \%$

Para la Impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 26 / 720) * 100 = 96.39 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 23 / 720) * 100 = 96.81 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 35 / 720) * 100 = 95.14 \%$

Año 2017 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	1	2	1	2	1	3	2	2	2	1	2	2
Impresora	2	3	4	3	4	0	1	2	1	1	1	2
Bomba	3	3	1	2	2	1	1	2	1	3	2	2
Acoples	4	3	3	3	2	2	4	3	4	3	2	3

Esto nos determina para el analizador de gases los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 21 / 720) * 100 = 97.08 \%$

Para la impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 24 / 720) * 100 = 96.67 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 23 / 720) * 100 = 96.81 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 36 / 720) * 100 = 95.00 \%$

### Año 2018 (Horas al Mes)

Parte/Mes	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt	Set.	Oct	Nov	Dic
Pantalla	3	3	5	4	4	0	2	2	1	2	1	2
Impresora	3	3	5	4	4	0	2	1	1	2	1	1
Bomba	3	3	1	2	2	1	1	1	3	3	2	2
Acoples	3	2	3	3	1	2	4	4	4	3	2	2

Esto nos determina para el analizador de gases los siguientes índices de confiabilidad:

Para la Pantalla. -

Confiabilidad:  $(1 - 29 / 720) * 100 = 95.97 \%$

Para la impresora. -

Confiabilidad:  $(1 - 27 / 720) * 100 = 96.25 \%$

Para la Bomba. -

Confiabilidad:  $(1 - 24 / 720) * 100 = 96.67 \%$

Para los acoples. -

Confiabilidad:  $(1 - 31 / 720) * 100 = 95.69 \%$

Lo cual nos decreta un acrecentamiento de la seguridad dentro de los consecutivos rangos  
(Para indicar la variabilidad del factor confiabilidad)

Variación de Confiabilidad:  $96.09 \% - 91.10 \% = 4.99 \%$ , que significa:

Aumento de Horas de Operación =  $4.99 / 100 * 8,760 = 437.12$  Horas

Considerando un Entrada Neto (Descontando todo tipo de gastos), de S. / 25.60 por hora de funcionamiento de la línea de revisión, nos determina una entrada anual aumentado de S./ 11,190

Por otro lado, la ampliación del precio de mantenimiento de los turbos generadores eléctricos será de una inversión inicial de S/ 9,450 y un aumento del precio de mantenimiento anual de S, / 540.00

En Resumen:

Mayor Entrada por Mejora de Confiabilidad = S/ 11,190.00

Inversión Inicial en Nuevo Plan de Mantenimiento = S/ 9,450.00

Aumento del Precio de Mantenimiento = S/ 540.00



### **3.4. Evaluar económicamente y financieramente la ejecución del Plan de Mantenimiento Predictivo Basado en la Metodología RCM para los equipos de la línea mixta del centro de inspección técnica vehicular ata IRH SAC y demostrar de esta manera su viabilidad.**

Emplearemos el método de los Costos marginales e Ingresos (Tanto a precios Privados, Precios Sombra o Sociales según a la Metodología de Montaner), para efectuar la fabricación proforma de los estados financieros, de los cuales usaremos el análisis VANE (Valor actual Neto a Precios Privados Económicos) y el Criterio TIRE (Tasa interna de Retorno Económico), para establecer la comodidad o no viabilidad del plan de producción del dispositivo.

Se trabajará con los sucesivos criterios:

Vida de funcionamiento de la Maquina: Serán de cinco años, considerando el valor obsoleto tecnológico.

Tasa de Descuento: Considerando que se trabajará con una distribución de finanzas, 100 % préstamo crediticio, que de acuerdo los compradores de oferta y demanda de capital (Curvas IS – LM) y los peligros Tipo de Negocio y Tipo de Cliente, lo asentamos en 10 % al año, se discurren costos de mantenimiento iguales al 3 % anuales del valor del activo.

No reflexionamos valor residual, para las maquinas a fin de la vida útil, y discurrirnos los hechos como determinísticos, es decir no ejecutaremos un análisis de sensibilidad, todo esto nos determina el siguiente flujo de caja:

Tabla 7. Flujo de caja

	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>INGRESOS</b>		11 900,00	11 900,00	11 900,00	11 900,00	11 900,00
<b>EGRESOS</b>	9 450, 00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00
<b>NETO</b>	-9 450,00	11 120,00	11 120,00	11 120,00	11 120,00	11 120,00

Lo cual determina Flujo de Caja a 5 Años, con un Precio Ponderado de Capital, semejante al 10 %, sin valor residual de recupero, determinístico es decir varianza cero, no se realiza análisis de sensibilidad:

Considerando los siguientes conceptos:

Relación Beneficio – Costo:  $\sum B / \sum C$ , de donde:

B = Beneficios del Proyecto

C = Costos del Proyecto

VAN (Valor Actual) =  $\sum I_i - E_i / (1 + i)^N$ , de donde:

$I_i$  = Ingresos contabilizados en el año

$E_i$  = Egresos contabilizados en el año

$i$  = Costo del Préstamo en porcentaje

TIR (Tasa de Retorno a flujos internos) = VAN = 0 =  $\sum I_i - E_i / (1 + TIR)^N$

Obteniéndose los siguientes indicadores Financieros, con los cuales evaluaremos la viabilidad económica – Financiera de la máquina:

VAN	35.660,36	TASA	10,00%
TIR	115,12%		

#### **IV. DISCUSIÓN**

La confiabilidad de equipos integrantes de la línea de producción – en este caso una línea de revisión técnica de equipos es de gran relevancia para optimizar la calidad del servicio ofrecido – aumentar la confiabilidad de los coches y disminuir el índice de accidentes con o sin accidentes fatales, así como disminuir precios obrantes, vía el aumento de producción – coches revisados y por ende entradas por el cobro del servicio.

En este caso nos hemos centrado en el procedimiento de mantenimiento de dos equipos importantes en la línea de revisión técnica , el analizador de gases y el opacímetro ( debemos de mencionar que la revisión técnica , también tiene fines de disminución y mitigación de los gases efecto invernadero , mediante la optimización y mitigación de los procesos de combustión en los motores , sobre en los de inyección electrónica y consiguiente programación de motores , se aplica un mejor y más detallado plan de manteniendo , que implica básicamente una inversión inicial , que mejora la confiabilidad y por ende aumento de los entradas , lo que permite diseñar un flujo de caja y verificar mediante los indicadores VAN ( Valor Actual Neto a precios nominales y privados ) y el indicar TIR ( Tasa interna de retorno económica ).

En nuestro caso se realiza una inversión de S/ 9,450 , con lo cual logramos que la confiabilidad promedio aumente de 91.10 % al 96.09 % , lo cual nos representa un aumento de entradas agregados de S/ 11,900.00 y al ser sometido a la lupa del fiscalizador financiero implica un VAN S/ 35,660.36 y una TIR del orden del 115.12 % , muy superior al 12 % de la tasa de interés con la que nos presta el Banco.

## **V. CONCLUSIONES**

La teoría del Mantenimiento predictivo RCM , aplicada a la planta de revisiones Técnicas ATA IRH SAC , en el caso específico del analizador de gases y el opacímetro, se comprueba pues con la aplicación de un nuevo plan de mantenimiento que implica, en nuestro caso se realiza una inversión de S/ 9,450 , con lo cual logramos que la confiabilidad promedio aumente de 91.10 % al 96.09 % , lo cual nos representa un incremento de ingresos agregados de S/ 11,900.00 y al ser sometido a la lupa del fiscalizador financiero implica un VAN S/ 35,660.36 y una TIR del orden del 115.12 % , muy superior al 12 % de la tasa de interés con la que nos presta el Banco.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Los Planes de Mantenimiento RCM, son de mucha utilidad privada y social, privada pues permite que con inversiones de bajo nivel se obtengan resultados económicos – financieros de alto nivel, tal como TIR del orden del 115.12 %.

Pero también tiene una alta rentabilidad social , pues disminuye el número de accidentes por desperfectos mecánicas y electrónicas en las calles y pistas del Perú , con la disminución de las desgracias a las familias y los gastos de curación y convalecencia correspondientes , sino de rentabilidad social , con la disminución de las emisiones de gases efecto invernadero y la posibilidad de obtener ganancia por los bonos verdes y la mejora de la eficiencia energética sobre todo en los coches con ECU programables y su contribución a una nueva Matriz energética sostenible.

## Referencias

- Ávila, J. y Gutiérrez, S. (2017). Elaboración y sistematización de un plan de mantenimiento preventivo para la planta de producción de FLEXCO. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Barrios, A. y Ortiz, M. (2012). El Mantenimiento en el Desarrollo de la Gestión Empresarial. Fundamentos Teóricos. Servicios Académicos Intercontinentales.
- Basir, O. y Xiaohong, y. (2017). Engine fault diagnosis based on multisensor information fusion using Depster - Shafer evidence theory. 8(4).
- Bertling, L. (2017). Pre-study on reliability-centered maintenance for wind power systems with focus on condition monitoring systems. KTH-EE.
- Cáceres, M. y Claude, D. (2016). La aplicación del RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la máquina secadora circular 2400x de la empresa corporación jarcon S.A.C. Huancayo. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Carmignani, G. (2019). An integrated structural framework to cost-based FMECA: The priority-cost FMECA. 4(94).
- Castaño, S. (2018). Análisis de Datos de Falla.
- Cervantes, G. (2018). Realizar el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y moldaduras en la empresa Antiguo Arte Europeo S.A. de C.V.. Universidad Tecnológica Tula - Tepeji .
- Chandler, H. (2017). Wind Energy the Facts: an analysis of wind in the EU-25. (European Wind Energy Association ) Recuperado el 05 de octubre de 2019, de [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
- Crespo, A., Moreu, P., y Sánchez, A. (2004). Ingeniería de mantenimiento. Madrid: AENOR
- Doniz, A. (2017). Implementación de Mantenimiento preventivo/predictivo en equipo biomédico en el instituto mexicano del seguro social.
- Fernández, J., Inestal, J., y Paez, L. (2018). Optimización del mantenimiento. Albergo Systems - MRO Software.
- Garcia Garrido, S. (2003). ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO. España: Ediciones Díaz Santos S.A.
- Gonzáles, M. (2015). Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad Aplicado al Sistema Hidráulico de la Planta Generadora Huaji de Cobee. 11(35).
- Goodfellow, J. (2017). Applying rehablity centeres maintenance (RCM) to overhead electric utility distribution systems. Seattle: IEEE.

Hahn, B., Durstewitz, M., y Rohrig, K. (2016). Reliability of wind turbines: Experiences of 15 years with 1,500 WTs. Kassel: Institut für Solare Energieversorgungstechnik .

Hung, A. J. (2008). Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC. energética.

León Lefcovich, M. (2005). TPM - Mantenimiento Productivo Total Un paso hacia la excelencia empresarial.

Linares, L. (2018). Del mantenimiento correctivo al mantenimiento centrado en la confiabilidad. 3(39).

Llamba, W. (2014). Elaboración del Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) de la Central Hidráulica Illuchi N°2,.

Martínez, F., Rivas, A., y Matthews, R. (2011). Análisis de Criticidad de Plataformas Activo Integral Cantarell-PEMEX Exploración y Producción desarrollo e Implementación de un Modelo de Variables de Estado de Equipos y Estructuras.

Montoya, I., y Parra, E. (2010). Implementación del Total Productive Management (TPM) como tecnología de Gestión para el desarrollo de los procesos de Maquiavicola LTDA.

Moubray, J. (2003). Introducción al RCM. Colombia.

Moubray, J. (2004). MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD. California - USA: Aladon LLC.

Moubray, J. (2017). Reliability - Centered Maintenance . Londres : Industrial Press, Inc .

Navarro, L., Pastor, A. C., y Mugaburu, J. M. (1997). GESTION INTEGRAN DE MANTENIMIENTO. España: Marcombo.

Niu, G., Yang, B.-S., y Pecht, M. (2016). Development of an optimized condition - based maintenance system by data fusion and reliability - centered maintenance. Reliability Engineering and System Safety .

Núñez Ingaroca, C. M. (2016). RCM para optimizar la disponibilidad de los tractores D8T en la empresa Aruntani S.A.C. - Unidad Tukari. Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.

Palmer, R. (2017). Maintenance Planning and Scheduling Handbook. Londres.

Parra, C. (2018). Caso de Estudio aplicando la Metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) "Reliability Centered Maintenance (RCM)".

Pirela, A. (2012). Mantenimiento Preventivo para los Tornos Convencionales en el Departamento de Mecánica del IUTC. Rioja: IUTC.

- Quinlan, P. (2017). Reability Centered Maintenance and SCADA . Alburqueque: Second Annual Wind Turbine Reliability Workshop.
- Rausand, M., y Hoyland, A. (2016). System Reliability Theory . John Wiley and Sons.
- Rey, F. (2001). Mantenimiento Total de la Producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo. Madrid- España. doi:ISBN: 84-95428-49-0
- Ribrant, J. (2016). Reability performance and maintenance - A survey of failures in wind power systems. KTH School of Electrical Engineering .
- Roberts, J. (2019). TPM Mantenimiento Productivo Total, su definición e historia. Texas: Departamento de Tecnología e Ingeniería Industrial .
- Roob, D. (2016). Gearbox desing for wind turbines improving but still face challenges (Vol. 18). Denmark: Forlaget Vistoft.
- Roob, D., y Harrinson, L. (2017). The role of bearings in gearbox failure . Denmark .
- Stiesdal, H. (2019). The wind turbine components and operation . Denmarck: Bonus Energy
- Tavares, L. (2005). Administración Moderna de Mantenimiento. Brazilia .
- Valdivieso, J. C. (2018). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A. .
- Yang, B.-S., y Jin Kim, K. (2016). Application of Dempster - Shafer theory in fault diagnosis of induction motors using vibration and current signals 2(20).



## Anexos

### Anexo N° 01: Dap de las revisiones técnicas vehiculares.

DAP DE LAS REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE INSPECCIONES VEHICULARES

Empresa	Resumen							
Sitec Centro S.A.C	Actividad	Actual					Propuesta	
Actividad:	Operación	16						
Revisiónes técnicas vehiculares	Transporte	10						
	Espera	0						
Método:	Inspección	4						
Actual	Almacenamiento	0						
Elabora: Bachilleres UPC	Distancia							
Fecha: 01/01/2016	Tiempo (min)	54.49						
Descripción	D (m)	T (min)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
			○	⇒	D	□	▽	
1. Presentación y verificación de documentos		0.67						Revisión de la documentación necesaria
2. Entrega de ticket para pagar en agente		0.23						
3. Dirigirse a agente bancario		3.00						
4. Pago de inspección en agente		4.50						Hacer cola
5. Retomar a planta		3.00						
6. Entregar voucher de pago		0.10						
7. Verificación de datos de documentos en sistema		1.98						Verificación de los datos con el MTC, SUNARP
8. Ingreso de datos al sistema interno		2.37						Digitación manual
9. Entrega de ticket para ingreso del vehículo		0.17						
10. Dirigirse a puerta de ingreso a planta		1.05						
11. Entrega de ticket al vigilante y verificación		0.30						
12. Dirigirse a línea de inspección		0.15						
13. Prueba de gases u opacidad		4.89						
14. Dirigirse a siguiente Prueba		0.15						
15. Prueba de medición de luces y nivel de ruido		2.96						
16. Inspección visual		2.33						
17. Dirigirse a siguiente Prueba		0.15						
18. Prueba de frenos		4.60						
19. Dirigirse a siguiente Prueba		0.15						
20. Prueba de alineación		3.78						
21. Dirigirse a siguiente Prueba		0.15						
22. Prueba en zanja		3.02						
23. Prueba de detección de holguras		2.73						
24. Dirigirse a siguiente Prueba		0.50						
25. Prueba de suspensión		4.45						
26. Salir de planta y dirigirse a oficina por resultados		1.99						
27. Emisión y Entrega de certificado o hoja de resultados		5.13						
Total		54.49	16	10	0	4	0	

## Anexo N° 02: Línea de Producción.

Datos Técnicos	MB 8100 / MB 8200	
Carga máxima de paso	18 t	
Carga máxima de prueba/eje	16 t	
Velocidad de comprobación	2,4 - 4,8 km/h	
Potencia del motor	2x 12,5kw	
Coefficiente de fricción de rodadura	0,8 - 0,6	
Anchura mínima de prueba	800 mm	
Anchura máxima de prueba	3000 mm	
Diámetros de rodillos	280 mm	
Longitud de rodillos	1000 mm	
Peralte de rodillos	50 mm	
Tipo de construcción juego de rodillos	geteilt	
Dimensiones mm	1300x1150x660 / 1400x860x660	


Anspricht

Antriebskonzept

Prüfplatz

**Anexo N° 03:** Certificado de inspección de un vehículo aprobado.

<b>5.5 CERTIFICACIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA EL SERVICIO ESPECIAL DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PERSONAS EN TAXI</b>
CLASE DE AUTORIZACIÓN : SERVICIO DE TAXI




Mediante el presente documento se certifica que el vehículo materia de inspección destinado al servicio especial de transporte público de personas en taxi ha aprobado la Inspección Técnica Vehicular Complementaria al haberse verificado que se encuentra en buenas condiciones técnicas y mecánicas de funcionamiento, que fue diseñado originalmente de fábrica para el transporte de personas, cumple con las condiciones y requisitos técnicos establecidos para dicho servicio en el artículo 25° del Reglamento Nacional de Vehículos aprobado por Decreto Supremo N° 058-2003-MTC, en el artículo 19° del Reglamento Nacional de Administración de Transportes aprobado por Decreto Supremo N° 017-2009-MTC y en la normatividad emitida por la Autoridad Provincial competente, según consta en el Informe de Inspección Técnica Vehicular N° 4136 - 4020

**OBSERVACIONES**

Fecha de Inspección : 27/07/2020

**APLICACION TECNOLÓGICA DEL AUTOMÓVIL IRI S.A.C.**



Jorge Huanca S. Huanca  
ING. MECÁNICO ESPECIALISTA  
CIP. 234532  
INGENIERO SUPERVISOR  
Firma del Ingeniero Supervisor





**ATA IRH S.A.C.**  
REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - MTC  
APLICACIÓN TECNOLÓGICA DEL AUTOMÓVIL IRH S.A.C.  
AUTORIZADO POR RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 450-2019-MTC/12.03  
AV. VÍCTOR RAÚL HAYA DE LA TORRE N° 3770 Mz. 21 Lote 2  
LA VICTORIA - CHICLAYO

**CERTIFICADO DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR**  
N° C-2020-202-303-003263

Tipo de Inspección: Inspección Técnica Ordinaria + Complementaria Fecha Inspección: 27/01/2021 Informe de Inspección N°: 4155 - 4020

**I.- CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO**

1. Placa	M2P888	7. Combustible	BI-COMBUSTIBLE GLP	13. Asientos / Pasajeros	4 / 3
2. Categoría	M1	8. VIN / N° de Serie	MA3FB31S380045936	14. Largo / Ancho / Alto	3.490 / 1.420 / 1.450
3. Marca	SUZUKI	9. N° de Motor	F8DN4487794	15. Color (es)	PLATA
4. Modelo	ALTO	10. Carrocería	HATCH BACK	16. Peso Neto (kg)	790
5. Año Fabricación	2010	11. Marca Carrocería	SUZUKI	17. Peso Bruto (kg)	1.160
6. Kilometraje	403.555	12. N° Ejes / N° Ruedas	2 / 4	18. Peso Útil (kg)	370

**II.- DATOS DE LOS EQUIPOS**

CITY	ATA IRH S.A.C.	Frenómetro	Alinador	Analizador u Operómetro	Regrescopio Luxómetro	Banco de Suspensión
Línea	México	Equipo N°	Equipo N°	Equipo N°	Equipo N°	Equipo N°
		VTCO 400SA7009-00502	VTCO 400SA7009-01704	AXL H08 9448	Tecnica 40030	VTCO 400SA7009-00103

**III.- RESULTADOS OBTENIDOS**

PRUEBA DE FRENOS											
FRENO DE SERVICIO						FRENO DE ESTACIONAMIENTO				FRENO DE EMERGENCIA	
Ejes	Peso (Kg)	Fuerza de Frenado (kN)	Der.	Desaj. (%)	Result	Ejes	Peso (Kg)	Fuerza de Frenado (kN)	Der.	Desaj. (%)	Resultado
1*	528	1.58	1.64	4	55	2*	318	1.02	1.10	20	A
2*	318	0.64	0.72	11							

PRUEBA ALINEAMIENTO			PRUF. DE NEUMÁTICOS			PRUEBA DE LUCES				PRUEBA DE SUSPENSIÓN					
Ejes	Desviación (mm)	Resultado	Ejes	Medida (mm)	Resultado	Tipo de Luz	Medida (Lux o C)	Der.	Desaj. (%)	Resultado	Deriv.	Medida (%)	Resultado		
1*	0.35	A	1*	4.00	3.30	A	Bajas	2	4	55/xx	A	Der.	58/ Der.	59	
2*	0.00	A	2*	3.00	5.00	A	Altas	12	14	xx/xx	A	Deriv.	3/ Deriv.	3	
						Adic. Adicional						Resultado	A	Resultado	A
						Neblinas	0	0	xx/xx	A		Resultado Final	Resultado Final	A	
(1) Indica la desviación del eje de luz a la DCR+ / DER+ / DER- / SUP+ / SUP-															

EMISIONES DE GASES		T° Aceite (°C)	50 / 63	CO Ralentí (%)	0.16	CO Aceleración (%)	0.22	Resultado	EMISIONES SONORAS		Sonómetro (dB)	Resultado
	RPM	574 / 1820	CO + CO2 Ralentí (%)	12.00	CO + CO2 Acel. (%)	13.00		A			61.30	A
	Opacidad (m-1)		HC Ralentí (ppm)	56	HC Aceleración (ppm)	69						

**IV.- DEFECTOS ENCONTRADOS**

CÓDIGO	INTERPRETACIÓN DE DEFECTOS	CLASIFICACIÓN
J.4.1.1	ESPEJOS EXTERIORES E INTERIORES - interiores (cuando corresponda) - Presentan quebraduras que impiden la visión clara o nula.	LEVE

Nota: Las observaciones efectuadas deben ser subsanadas antes de la siguiente Inspección Técnica Vehicular.

Vigencia SOA/CAT: 01/06/2021, Vigencia Certificado GLR/GNV: 02/06/2021

**V.- RESULTADO DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR**

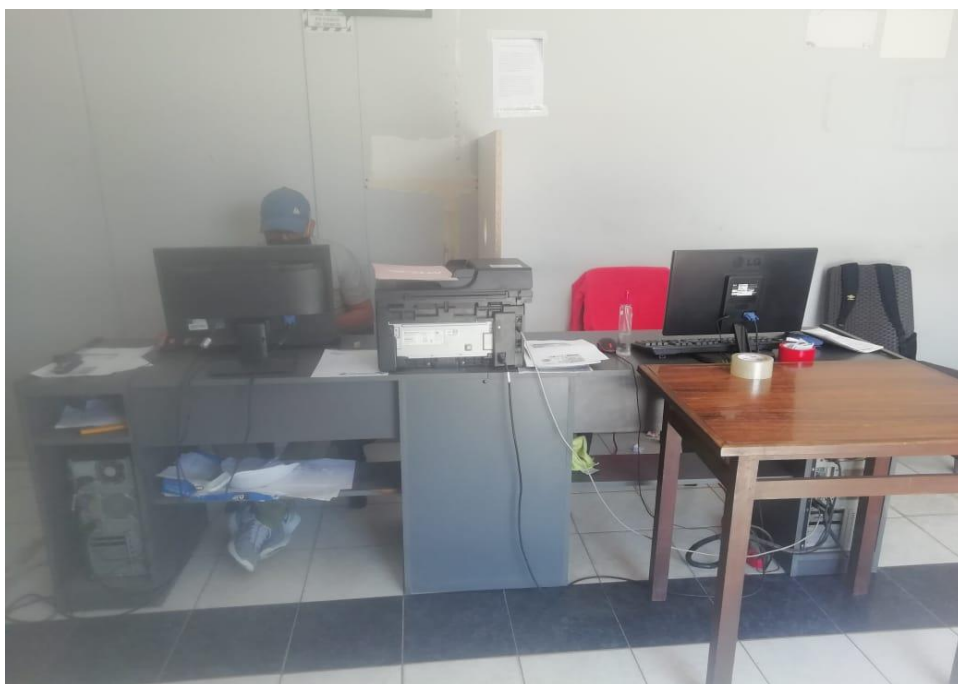
RESULTADO DE LA INSPECCIÓN	VIGENCIA DEL CERTIFICADO	FECHA PRÓXIMA INSPECCIÓN	ING. BELLA K. ELECTRICISTA
APROBADO	6 MESES	27/01/2021	CIP: 234532

Firma del Ingeniero Supervisor

ATA-271- 0003316

## **Anexo N° 04: Equipos empleados en la investigación**

### **Oficina de recepcion de documentos**





**Probador de Holguras**





## Profundimetro



## Sonómetro



**Alineador al paso.**



**Banco de suspension.**

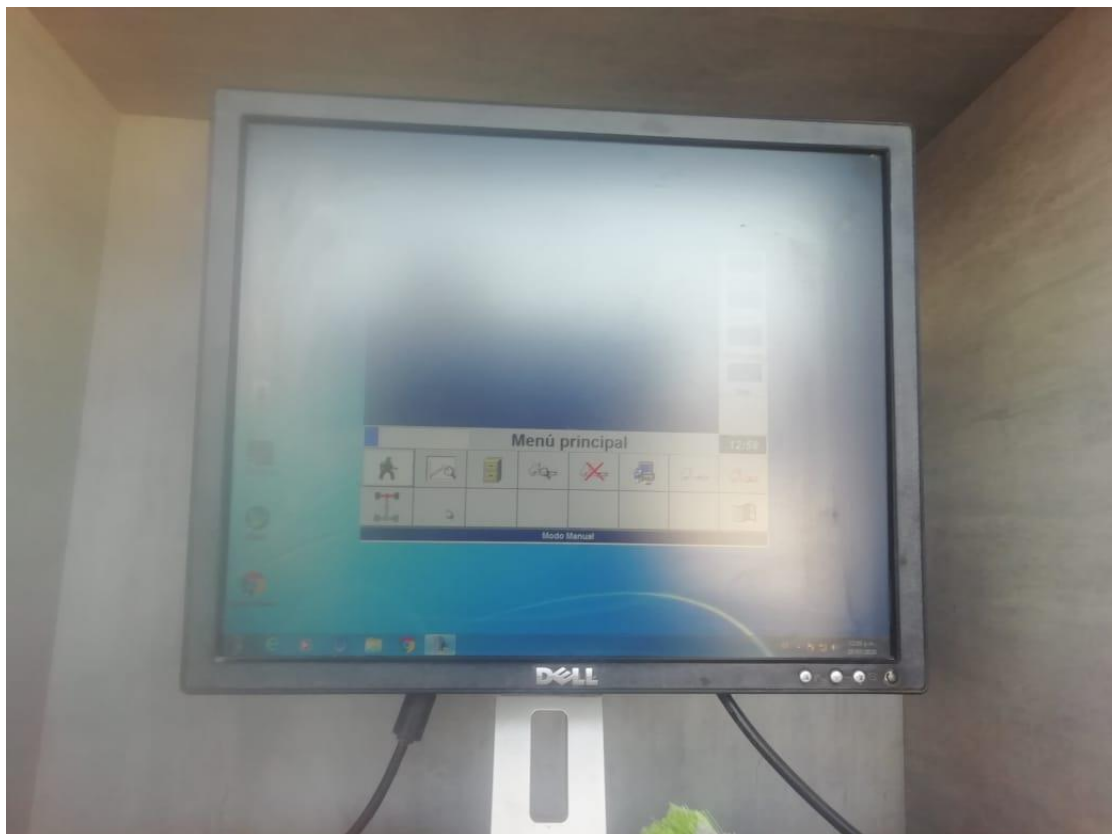




## Frenometro



## Pantalla del frenometro



## Luxometro



## Opacimetro



## Analizador de gases



## Reflectometro

cc



## Línea de Inspección



## Estacionamiento

